



## ANALISIS DAN OPTIMALISASI JARINGAN MENGUNAKAN TEKNIK LOAD BALANCING (STUDI KASUS JARINGAN UAD KAMPUS 3)

<sup>1</sup>Muhammad Dedy Haryanto , <sup>2</sup>Imam Riadi

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika

<sup>2</sup>Program Studi Sistem Informasi

Universitas Ahmad Dahlan

Prof. Dr. Soepomo, S.H., Janturan, Umbulharjo, Yogyakarta 55164

<sup>1</sup>Email: dedy.ryanya@gmail.com

<sup>2</sup>Email: imam\_riadi@uad.ac.id

### ABSTRAK

*Internet saat ini berkembang pesat. Kebutuhan dan perkembangan yang pesat dalam pemakaian jaringan Internet membutuhkan penyeimbang dalam penyediaan sarana Internet. Pelayanan standar Internet adalah kelangsungan koneksifitas dari Internet tersebut. Koneksi dari Internet dituntut untuk selalu terjaga dalam kondisi apapun, tapi tidak selamanya konektifitas akan berjalan secara lancar, banyak kendala atau gangguan yang dihadapi sehingga koneksi tidak berjalan secara lancar. Maka diperlukan manajemen backup dari keterlangsungan koneksi dari Internet, sehingga jika satu koneksi mengalami gangguan maka akan ada backup. Salah satu yang bisa dilakukan adalah dengan menggunakan sistem load balancing.*

*Subyek yang diambil dalam penelitian ini fokus terhadap penerapan backup dari sumber jaringan Internet atau backup dari ketergantungan satu provider jasa penyedia internet. metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan study pustaka dan observasi yaitu melakukan pengamatan secara langsung terhadap jaringan di UAD. rancangan dimulai dari pemilihan sumber ISP yang tepat untuk dijadikan backup. Perancangan dilanjutkan dengan Instalasi mikrotik dan penerapan load balancing didalam Mikrotik. pengujian sistem load balancing dilakukan dengan uji teknis dari penerapan yang sudah dilakukan. dengan menguji dari kecepatan, fungsi load balancing dan pengujian optimalisasi dari load balancing tersebut.*

*Berdasarkan dari pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini menghasilkan optimalnya penerapan load balancing. Penerapan load balancing dapat berjalan tanpa merubah jaringan yang telah ada, serta menjadikan koneksi dapat berjalan lebih maksimal jika terjadi kenaikan lalu lintas jaringan dikarenakan pembagian lajur koneksi yang seimbang.*

**Kata Kunci:** Load Balancing, backup, ISP, Mikrotik, Bandwidth.

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia terhadap kebutuhan komunikasi dan informasi mendorong kemajuan sarana komunikasi dan informasi yang sangat pesat. Kemajuan yang pesat dalam dunia informasi dan komunikasi menjadikan berkembangnya sarana jaringan komunikasi dan informasi yang beragam. Komputer menjadi salah satu alat komunikasi dan pengelola informasi yang sangat pesat pertumbuhannya. Dengan menggunakan jaringan komputer yang dapat menghubungkan antara satu komputer dengan komputer yang lain menjadikan komputer sebagai sarana yang diandalkan dalam masa kecanggihan sarana komunikasi dan informasi saat ini. Salah satu bentuk perkembangan jaringan komputer adalah Internet. Kemudahan sarana komunikasi dan informasi yang diberikan Internet menjadikan implementasi Internet sebagai sarana unggulan di setiap lembaga. Contoh implementasi Internet di lembaga pendidikan adalah di Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta (UAD).

Semakin banyak mahasiswa UAD serta makin mudahnya mendapatkan sarana untuk menghubungkan ke layanan Internet memungkinkan penggunaan Internet di kalangan akademisi kampus UAD akan semakin meningkat. Perkembangan pemakaian Internet di kampus UAD secara otomatis akan mempengaruhi kebutuhan besaran *bandwidth*. Untuk menjalankan Internet secara lancar, maka diperlukan kuota *bandwidth* yang memadai. Jika pemakaian melebihi dari layanan *bandwidth* yang ada maka kelancaran jaringan Internet akan tersendat ataupun terhenti. Berhenti atau tersendatnya layanan jaringan Internet tentu akan mengganggu proses kenyamanan perkuliahan dan pelayanan mahasiswa di kampus UAD. Untuk itu diperlukan suatu antisipasi untuk menghindari *overload* kapasitas pemakaian *bandwidth*. Agar lalu lintas jaringan Internet tetap berjalan dibutuhkan skenario *redundancy* dimana sistem akan tetap berjalan walaupun ada komponen yang tidak berfungsi misalnya ketersediaan *bandwidth* yang *overload*. Optimalisasi kapasitas *bandwidth* dapat dilakukan dengan menambah sumber *bandwidth* dengan menerapkan fungsi *load balancing*. Sehingga jika satu ISP mengalami masalah dalam memberikan pelayanan Internet ataupun jika terjadi kepadatan trafik dalam pemakaian Internet di UAD kampus 3 maka akan ada *backup* dari sistem yang bisa mengatasi masalah. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menerapkan *load balancing* dimana *bandwidth* ditambah kapasitasnya dengan cara menambah dari jasa layanan *Internet service provider* (ISP) yang berbeda. Dimana saat ini di UAD kampus 3 Yogyakarta belum menerapkan *load balancing* sebagai sarana antisipasi kebutuhan *bandwidth*.

Penerapan *load balancing* berarti menambah *bandwidth* dari sumber ISP yang berbeda tetapi dengan pengelolaan manajemen tetap menjadi satu. Dengan langkah ini maka *bandwidth* yang masuk ke UAD kampus 3 berasal dari dua ISP yang berbeda tetapi dikelola dengan satu manajemen. ketergantungan terhadap layanan Internet dengan satu perusahaan ISP berpotensi mengalami gangguan dimana jika suatu saat layanan perusahaan ISP tersebut sedang *down* maka otomatis jaringan yang menjadi pelanggannya juga menjadi *down* untuk itu kebutuhan *backup bandwidth* menjadi hal yang perlu untuk menjaga kelancaran ketersediaan layanan Internet. Dimungkinkan pengoptimalan penggunaan *bandwidth* dalam dalam penggunaan Internet. Pengoptimalan dapat dilakukan dengan pemanfaatan jalur setingan *load balancing*

untuk melakukan keseimbangan pada saat trafik penuh dimana jalur utama akan di *backup* dengan jalur yang lain yang berasal dari ISP *backup*.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Jaringan Komputer

Sebuah jaringan biasanya terdiri dari dua atau lebih komputer yang saling berhubungan diantara satu dengan yang lainnya, dan saling berbagi sumber daya misalnya *CDROM*, *Printer*, Pertukaran File, atau memungkinkan untuk saling berkomunikasi secara elektronik. Komputer yang terhubung tersebut dimungkinkan berhubungan dengan media kabel, saluran telepon, gelombang radio, *satelit* atau *infrared*. [1]

LAN seringkali menggunakan teknologi transmisi kabel tunggal. LAN tradisional beroperasi pada kecepatan mulai 10 sampai 100 Mbps (Mega *Bits* per detik) dengan *delay* rendah (puluhan *micro second*) dan mempunyai faktor kesalahan yang kecil, LAN-LAN modem dapat beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi, sampai ratusan megabit per detik.

Sistem LAN yang sering digunakan adalah system *Ethernet* yang dikembangkan oleh perusahaan *Xerox*. Penggunaan titik koneksi Intermediate (*seperti Repeater, Bridge, dan Switch*) memungkinkan LAN terkoneksi membentuk jaringan yang lebih luas. LAN juga dapat terkoneksi ke *WAN* (*Wide Area Network*), atau *MAN* (*Metropolitan Area Network*) lain dengan menggunakan *Router*. [2].

Jaringan area luas (bahasa Inggris: *Wide Area Network*; *WAN*) merupakan jaringan komputer yang mencakup area yang besar sebagai contoh yaitu jaringan komputer antar wilayah, kota atau bahkan negara, atau dapat didefinisikan juga sebagai jaringan komputer yang membutuhkan *router* dan saluran komunikasi publik. *WAN* digunakan untuk menghubungkan jaringan area lokal yang satu dengan jaringan lokal yang lain, sehingga pengguna atau komputer di lokasi yang satu dapat berkomunikasi dengan pengguna dan komputer di lokasi yang lain

*Metropolitan Area Network* atau disingkat dengan *MAN* adalah jaringan komputer yang mencakup area kampus, perkantoran, pemerintahan ataupun kota, biasanya menghubungkan jaringan area lokal dengan menggunakan teknologi *backbone* yang berkecepatan tinggi. Jaringan *MAN* adalah gabungan dari beberapa *LAN*. Jangkauannya antara 10 hingga 50 km. *MAN* adalah jaringan yang menghubungkan pengguna dengan sumber daya komputer dalam suatu wilayah geografis atau wilayah yang lebih besar dari yang tercakup dalam jaringan *LAN* tetapi lebih kecil dari daerah yang dicakup oleh *WAN*. [3] Istilah ini diterapkan pada interkoneksi jaringan di sebuah kota menjadi sebuah jaringan tunggal yang lebih besar (yang kemudian juga menawarkan koneksi yang efisien untuk *WAN*). Istilah ini juga dapat diartikan interkoneksi dari beberapa jaringan area lokal dengan menjembatani mereka dengan *backbone lines*. Universitas besar juga kadang-kadang menggunakan istilah *MAN* untuk menggambarkan jaringan mereka. *MAN* merupakan pilihan yang tepat untuk membangun jaringan antar kantor-kantor dalam satu kota antara pabrik/instansi dan kantor pusat yang berada dalam jangkauannya. Untuk dapat membuat suatu jaringan *MAN*, biasanya diperlukan adanya operator telekomunikasi untuk menghubungkan antar jaringan komputer. *MAN* mampu menunjang data teks

dan suara, bahkan dapat berhubungan dengan jaringan televisi kabel atau gelombang radio. Sebuah *MAN* (seperti *WAN*) umumnya tidak dimiliki oleh satu organisasi. *MAN*, komunikasi *linknya* dan peralatan, umumnya dimiliki oleh salah satu konsorsium pengguna atau oleh penyedia layanan jaringan yang menjual pelayanan kepada pengguna. Di kota-kota di dunia, contoh jaringan area metropolitan dengan berbagai ukuran, misalnya saja di daerah metropolitan London, Inggris; Lodz, Polandia, dan Jenewa, Swiss. Kota *Cambridge* maupun *Massachusetts* misalnya, telah mengembangkan *MAN* yang menghubungkan puluhan *LAN* di kampus-kampus dan fasilitas medis. Baru-baru ini yang sedang menjadi trend adalah pemasangan *wireless MAN*. [4]

## 2.2 Loadbalancing

Proses *load balancing* sebenarnya merupakan proses fleksibel yang dapat diciptakan dengan berbagai cara dan metode. Proses ini tidak dapat dilakukan oleh sebuah perangkat tertentu atau sebuah software khusus saja. Cukup banyak cara dan pilihan untuk mendapatkan jaringan yang dilengkapi dengan sistem *load balancing*. Cara kerja dan prosesnya pun berbeda-beda satu dengan yang lainnya. Namun, cara yang paling umum dan banyak digunakan adalah dengan mengandalkan konsep *Virtual server* atau *Virtual IP*. [5] Istilah *Virtual server* atau *Virtual IP* sebenarnya merupakan istilah bebas, karena mungkin saja sistem lain menggunakan konsep yang sama namun dengan istilah yang berbeda. Secara umum, konsep dari *Virtual server* atau *Virtual IP* ini adalah sebuah alamat IP, sebuah nama, atau bisa juga dikatakan sekelompok alamat IP yang bertugas sebagai jembatan penghubung antara pengakses dari luar dengan sekelompok *server* atau perangkat jaringan yang berada dibelakangnya. [9] Tujuan dibuatnya sistem perwakilan tersebut adalah agar ketika nama atau alamat IP tersebut diakses dari luar, yang dapat melayani permintaan tersebut tidak terbatas hanya satu perangkat *server* saja. Sekelompok *server* atau perangkat jaringan yang diwakilinya memiliki kemampuan untuk menjawab permintaan-permintaan tersebut. Sebagai hasilnya, permintaan-permintaan tersebut terdistribusi ke beberapa *server* sehingga beban proses kerja *server-server* tersebut tidak terlalu berat. Hal ini membuat servis dan layanan yang diberikan *server* tersebut ke si pengguna dapat berjalan lebih baik dan berkualitas.

Sistem *load balancing* yang sederhana memang hanya mampu membuat sebuah perwakilan nama atau alamat IP untuk mewakili beberapa IP dari *server-server* dibelakangnya, namun perangkat yang memang dikhususkan menangani sistem *load balancing* kompleks dapat melakukan perwakilan hanya terhadap servis-servis yang dibuka oleh *server* dibelakangnya. Dalam sistem *load balancing*, proses pembagian bebannya memiliki teknik dan algoritma tersendiri. Pada perangkat *load balancing* yang kompleks biasanya disediakan bermacam-macam algoritma pembagian beban ini. Tujuannya adalah untuk menyesuaikan pembagian beban dengan karakteristik dari *server-server* yang ada di belakangnya. Solusi *Load balancing* di jaringan komputer digunakan untuk membagi antara *bandwidth* yang ada *dibackbone* utama (*primary*) dengan *bandwidth* backup. Jadi disini dibutuhkan *backbone backup* yang berbeda dengan *primary* baik dari sisi *routing*, *lastmile* bahkan penyedia jasanya. *Load balancing Network*, suatu teknik yang digunakan untuk memisahkan antara dua atau banyak *network* link. Dengan mempunyai banyak link maka optimalisasi utilisasi

sumber daya, *throughput*, atau respon *time* akan semakin baik karena mempunyai lebih dari satu *link* yang bisa saling membackup pada saat *network down* dan menjadi cepat pada saat *network* normal jika memerlukan realibilitas tinggi yang memerlukan 100 % koneksi *uptime* dan yang menginginkan koneksi *upstream* yang berbeda dan dibuat saling membackup.[6] Untuk dapat mengimplementasikan system ini diperlukan suatu perangkat tambahan baik berupa *router Cisco* atau menggunakan solusi *router* dari *Mikrotik* yang lebih ekonomis namun powerfull. [7]

### 3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian *load balancing* ini dilakukan 4 tahapan proses,yang dilakukan di kampus 3 UAD Yogyakarta sebagai tempat studi kasus. ke empat tahapan ini dilakukan secara berurutan dan berkaitan antara tahapan satu dengan tahapan yang lain.

#### 1. Pencarian data

Pencarian data dilakukan dengan 3 proses yang pertama Mengamati jaringan Internet yang ada di kampus 3 UAD Yogyakarta, serta kondisi layanan Internet yang saat ini di gunakan di uad kampus 3 Yogyakarta. Selanjutnya merancang sistem *load balancing*. Proses yang kedua adalah degan wawancara Adapun proses wawancara berkaitan dengan rancangan jaringan di UAD kampus 3, agar proses analisis jaringan sesuai dengan tujuan yang diinginkan. yang terakhir menggunakan metode kepustakaan yaitu dengan mencari referensi dari sumber bacaan.

#### 2. Analisis jaringan

Analisis jaringan dilakukan untuk melihat rancangan jaringan yang ada saat ini. Dalam analisis ini akan dilihat bentuk topologi jaringan yang digunakan dan kebijakan kebijakan atau pengaturan yang dilakukan pada jaringan kampus 3 uad Yogyakarta.

#### 3. Perancangan

Perancangan *load balancing* dilakukan dengan hasil dari analisis yang dilakukan ditahapan sebelumnya. Perancangan ini menghasilkan skema yang cocok untuk *load balancing* yang diterapkan apakah hannya pada jalur tertentu atau keseluruhan dari jalur yang ada.

#### 4. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan setelah perancangan berhasil dilakukan pengujian terhadap sistem *load balancing* yang sudah dilakukan. Pengujian meliputi pengujian keberhasilan sistem utama dimana *load balancing* sendiri akan berhasil jika koneksi utama mati maka koneksi cadangan berjalan untuk mengganti koneksi utama. Pengujian yang lain berkaitan dengan keseimbangan koneksi dan ip yang digunakan.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengamatan dan analisis diterapkan dalam perancangan. Analisis yang dilakukan dari kondisi jaringan kampus 3 UAD saat ini jaringan utama yang digunakan adalah jaringan Telkom Indonesia, maka jika jaringan utama menggunakan jaringan Telkom Indonesia, jaringan cadangan diambil dari *provider* lain. Pada perancangan ini menggunakan *provider* dari *Axis* sebagai sumber dari jaringan cadangan. Pada tahapan analisis juga dilihat tentang ketersediaan jaringan dari Analisis lalu lintas sumber internet dapat dilihat dari router utama yang ada di

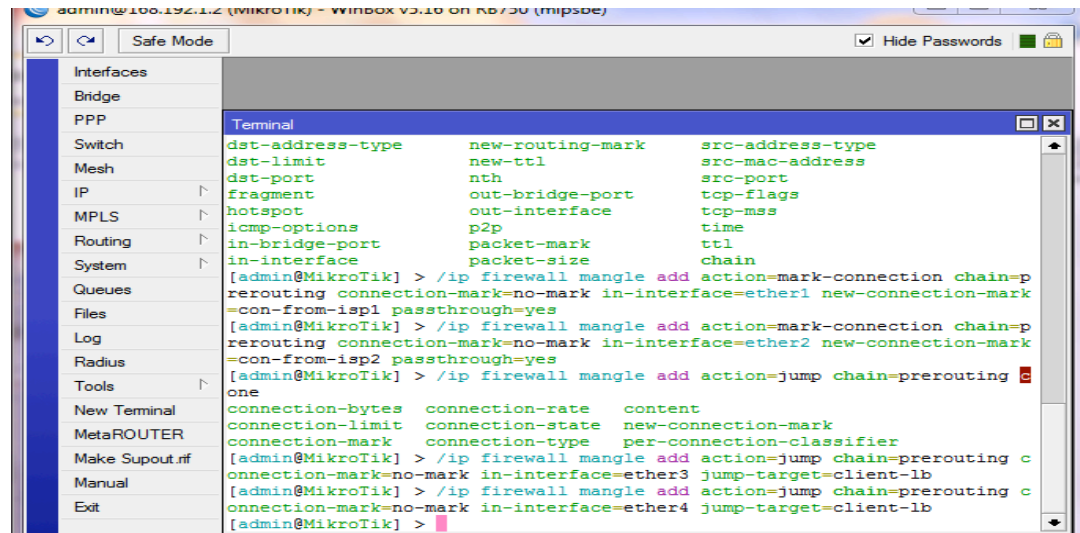


jaringan kampus 3 UAD Yogyakarta. Dari rekaman data *trafik* internet didapat data grafik yang diambil. Terdapat putus koneksi yang dari sumber *Telkom*.

Dari analisis yang didapat maka rancangan load balancing diterapkan. Dalam penerapan maka dilakukan perancangan dengan rancangan load balancing didapat rancangan Internet dengan dua sumber *ISP* yang berbeda. *ISP* yang berbeda menjadikan fungsi *load balancing* akan berjalan maksimal dalam fungsi *redundancy* saluran *bandwidth* karena jika satu *bandwidth* dari satu sumber *ISP* mati maka akan ada *backup* dari *ISP* yang kedua. Jaringan Internet akan terkoneksi secara aman sepanjang waktu. Rancangan yang dibuat menggambarkan jaringan dari kampus tiga yang terdiri dari 2 *interface* yaitu *wifi* dan jaringan *lan*. Dimana *wifi* diambil dari *interface* 4 dengan setingan IP 168.192.2.0/24. *Interface* jaringan *lan* menggunakan IP 168.192.2.0/24. *Load balancing* dipasang pada *router* pertama saat *bandwidth* dari jaringan kampus tiga masuk. Penerapan *load balancing* ditambah dengan satu sumber *bandwidth* dari *ISP* yang lain yaitu dari modem *axis* sebagai pemasok *bandwidth* yang kedua. Dari sekema tersebut maka diharapkan pasokan *bandwidth* tidak tergantung dengan satu penyedia jasa layanan *provider* saja tapi jika satu mati maka akan di *backup* oleh *provider* yang lain.

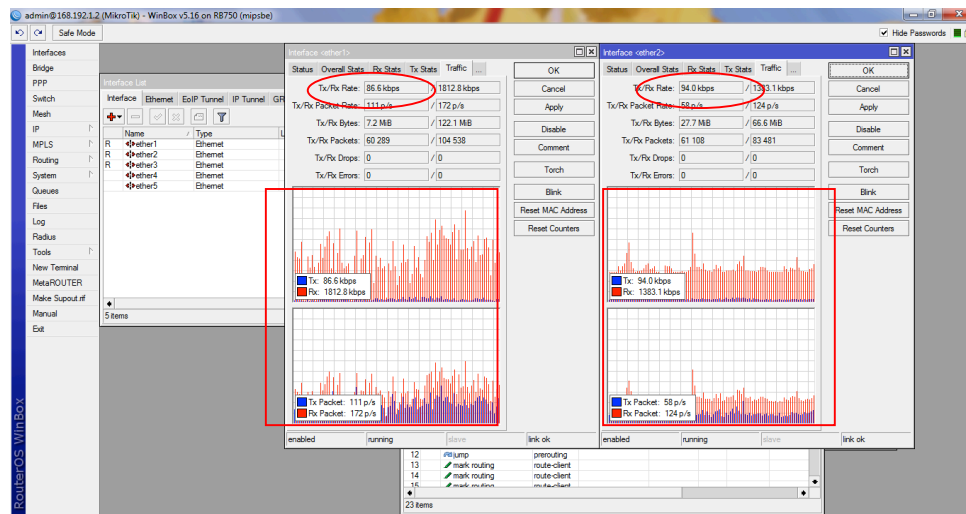
Dalam penggambaran jaringan yang ada maka didapat diperlukan 4 *interface* yaitu, dua sumber Internet yaitu dari jaringan UAD dan dari modem. Sedangkan 2 *interface* digunakan untuk *outputnya* yang terdiri dari *wifi* dan jaringan lain. Langkah-langkah dalam seting instalasi *mikrotik* sebagai berikut: *Interface* yang digunakan adalah 4 *interface* dimana dua *interface* menjadi *input* dan dua *interface* menjadi *output*. *Input* terdapat pada *ether1* dan *ether2*. *Interface* pada *ether1* merupakan *input* dari koneksi kampus UAD yaitu dari *provider* PT Telkom Indonesia *Interface* pada *ether2* merupakan *input* dari modem *axis*. *interface* dari tampilan *router* yang terdiri dari 5 *ether* dimana *interface* *input* pada *ether1* dan *ether2*. *Ether1* adalah *input* dari koneksi Internet UAD sedangkan *ether2* merupakan *input* koneksi dari modem. nantinya dalam *ether3* dan *ether4* akan dipergunakan untuk *output lan* dan *wifi*. *Ether1* dan *ether2* dijadikan *input* koneksi dengan pengaturan IP 168.192.0.2/24 *interface ether1* dan 168.192.1.2/24

*Mangle* berfungsi untuk menandai paket atau koneksi sehingga dari 2 sumber IP dapat diolah untuk proses *load balancing*. Konfigurasi PCC (*Per Connection Classifier*). Dengan PCC kita bisa mengelompokkan lalu lintas koneksi yang melalui atau keluar masuk *router* menjadi beberapa kelompok. Pengelompokan ini bisa dibedakan berdasarkan *src-addresss*, *dst-addresss*, *src-port* dan atau *dst-port*. *Router* akan mengingat-ingat jalur *gateway* yang dilewati di awal *traffik* koneksi, sehingga pada paket-paket selanjutnya yang masih berkaitan dengan koneksi awalnya akan dilewatkan pada jalur *gateway* yang sama juga. pengaturan *mangle* dapat dilihat pada Gambar 2



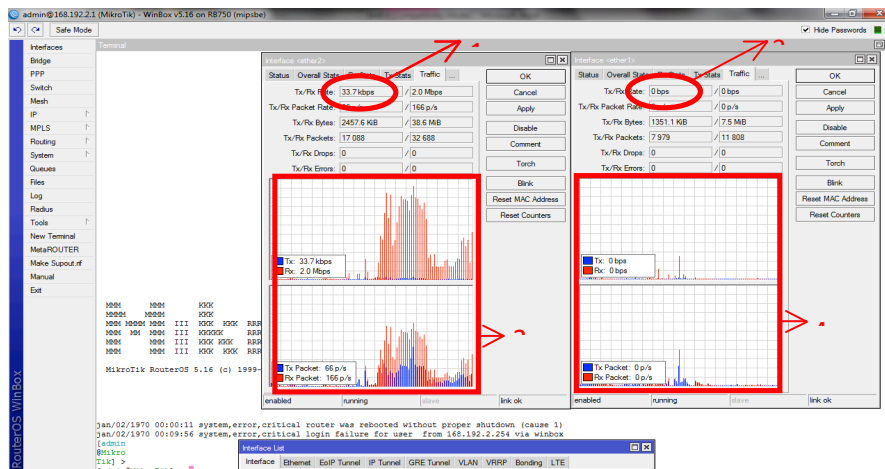
Gambar 2: Cara pengaturan *mangle*

Pengujian *load balancing* bertujuan untuk menguji sistem dari penerapan *load balancing* apakah sudah berjalan dengan baik atau belum. Dimana dalam skenario *load balancing* PPC dilakukan penggabungan dua koneksi *inputan* dari *ISP 1* dan *ISP 2* yang mana jika *ether1* atau dari *ISP 1* satu mati maka koneksi *ether2* atau *ISP 2* akan berjalan secara otomatis menggantikan koneksi dari *ether1*. Dalam kondisi lalu lintas padat maka skenario yang berjalan adalah pembagian beban yang diambil dari jalur yang padat ke jalur yang luang. Misalkan dalam pemakaian *default* memakai jalur 1 dan jalur 2 adalah jalur tambahan dalam *load balancing*. ketika di jalur 1 mengalami kepadatan tertentu maka beban akan *dishare* ke jalur 2 secara otomatis. Dalam ujicoba *load balancing* kali ini maka akan diujicobakan percobaan. Dikondisikan dalam *traffic* normal yaitu sudah terpasang *load balancing* kedalam sistem. Dalam keadaan normal maka jalur yang di gunakan untuk koneksi adalah dari *ISP 1* atau dalam sistem yang diset di mikrotik diset sebagai *ether 1*. Cadang yang digunakan berasal dari *ISP 2* yang dalam system mikrotik diset kedalam *ether 2*. Dalam koneksi normal maka yang akan bekerja adalah *ether 1* sebagai jaringan utama, sedangkan *ether 2* akan bekerja dalam kondisi tertentu saja karena sebagai jalur cadang dalam sistem. dimana Keadaan dapat dipantau dalam *traffic mikrotik* sebagaimana Gambar 3.



Gambar 3: Pengujian jaringan *input ether1*

Dari Gambar 3 didapat grafik dimana dalam kondisi normal dari *ether1* dan *ether2*. Dari gambar 3 kotak 4 dapat dilihat grafik pemakaian koneksi Internet. Dengan kecepatan koneksi di gambar 3. Pada angka 1 dan 2 menunjukkan *ether2* yang tidak berjalan sedikitpun. kondisi tersebut dalam keadaan normal. dalam sekenario percobaan berikut adalah mematikan *ether1* dengan mendisable ISP 1 seolah olah mengalami *trobel*. Maka hasilnya sesuai dengan Gambar 4 .



Gambar 4: Pegujian jaringan *input ether 2*

Dari gambar 4 dapat dilihat terjadi perbedaan pemakain koneksi dimana terlihat grafik yang mulai aktif pada angka 2 dan pada angka 4 dimana *ether1* tidak terdapat pergerakan grafik menandakan tidak ada koneksi di *ether1* dan Internet tetap berjalan normal. dari gambar no 4 diatas dapat dibuktikan bahwa kinerja *load balancing* berjalan dengan baik ketika *ether1* dimatikan maka skema *load balancing*



berjalan dan *traffik* pada *ether2* langsung naik, hal ini menunjukkan berjalannya skema *load balancing*.

## 5. KESIMPULAN

Hasil pengamatan dan analisis didapati belum diterapkannya *load balancing* pada jaringan UAD kampus 3 sebagai salah satu manajemen *bandwidth*. Sumber jaringan ISP yang digunakan di jaringan UAD kampus 3 saat ini berasal dari PT Telkom Indonesia. Setelah dilakukan pengamatan maka dilakukan Uji teknis yang berhasil menerapkan *load balancing* di jaringan UAD kampus 3 Yogyakarta dengan menambahkan 1 sumber ISP yang berbeda dari sumber ISP yang sudah ada. Dan penerapannya tidak merubah jaringan internal UAD kampus 3 Yogyakarta. Dari percobaan yang dilakukan disimpulkan *load balancing* berjalan dengan baik saat satu sumber koneksi mati, maka secara otomatis *backup* akan berjalan dengan sendirinya dengan mengambil koneksi dari sumber yang ke dua. Optimalisasi yang dapat diterapkan pada *load balancing* di jaringan kampus 3 UAD dilakukan dengan pembagian jalur yang seimbang antara besaran *bandwidth* utama dan *bandwidth* cadangan. Sehingga kecepatan *backup* akan sama dengan kecepatan koneksi utama. Pemilihan sumber ISP yang tepat memberikan optimalisasi ketika gangguan jaringan terjadi pada sumber *provider*. Maka *backup* tidak mengalami masalah yang sama karena berasal dari *provider* lain. Besarnya *bandwidth backup* yang digunakan untuk membackup jaringan utama memberi optimalisasi ketika jaringan utama mengalami masalah maka kecepatan koneksi cadangan akan tetap lancar digunakan karena *bandwidthnya* juga besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syarifal Melwin. 2005. Pengantar Jaringan Komputer. andi. yogyakarta.
- [2] wagito. 2005. Jaringan Komputer Teori dan Implementasi Berbasis Linux. Gaya Media. Yogyakarta.
- [3] Sukaridhoto Sritrasta. 2008 Jaringan computer Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [4] Kusnawi, 2009 pengantar jaringan computer, Amikom Yogyakarta.
- [5] Purbo, Onno W; 2008, panduan Mudah Merakit dan Menginstal Server Linux, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [6] Hermawan Bambang. dkk 2010 load balancing UIN Yogyakarta.
- [7] Mujadin, Tafaul. 2011 Os mikrotik sebgaimanajemen bandwidth dengan menerapkan per connection queue. skripsi, Amikom, Yogyakarta.